

Janusz MIREK, Stanisław LASOCKI

Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

SEJS-NET: działający rozległy sejsmometryczny system pomiarowy

Streszczenie

Przedstawiono działający system sieciowego monitoringu sejsmometrycznego, zrealizowany w technologii Internetu. System, wykorzystując aktualne możliwości telekomunikacyjne, prowadzi automatycznie i praktycznie bezobsługowo rejestracje drgań sejsmicznych w dowolnej liczbie punktów pomiarowych. Dostęp poprzez przeglądarkę WWW do archiwum rejestracji, wyposażonego w wygodne i elastyczne funkcje wizualizacji, selekcji i edycji, znajdującego się w Centralnej Bazie Pomiarowej – serwerze systemu, jest niezależny od wzajemnego usytuowania Stacji Pomiarowych, Centralnej Bazy i komputera użytkownika. Dzięki przyjętym rozwiązaniom system SEJS-NET, wpierając rutynowe przetwarzanie zebranych danych, tworzy jednocześnie prostą i elastyczną podstawę dla przetwarzania zaawansowanego.

1. Wstęp

Wiarygodna ocena i prognoza szkodliwości drgań sejsmicznych musi bazować na pomiarach sejsmometrycznych. Pomiaru takie, poza wymaganą precyzją, powinny być łatwo i szybko dostępne. Aparatura pomiarowa, która rozmieszczona jest optymalnie z punktu widzenia potrzeb rejestracyjnych, a nie pod kątem wygodnego do niej dostępu, powinna być w szerokim zakresie bezobsługowa, zdalnie sterowana i zdalnie nadzorowana. Użytkownik aparatury powinien mieć możliwość wygodnego i w razie potrzeby natychmiastowego dostępu do zarejestrowanych sygnałów i ich podstawowych parametrów.

Współczesne możliwości telekomunikacyjne tak fizyczne – transmisja przewodowa i bezprzewodowa jak i logiczne – sieci komputerowe, tworzą potencjalne możliwości zbudowania systemu rejestracji drgań spełniających powyższe wymogi. Dostatecznie oczywista ogólna koncepcja takiego systemu, tzn. specjalizowanego systemu rozległego, została przedstawiona np. w pracach Cianciary i Isakowa (1997) i Mirka (2000).

Prezentowany system SEJS-NET rejestracji drgań jest pierwszym w Polsce, działającym rozwiązaniem technicznym, realizującym w praktyce wymagania, które na obecnym etapie rozwoju telekomunikacji można stawiać sejsmometrycznym systemom pomiarowym. System, prezentowany po raz pierwszy szerszemu forum podczas konferencji „Geofizyka w Inżynierii i Ochronie Środowiska dla Potrzeb Samorządności Lokalnej” zorganizowanej przez Państwowy Instytut Geologiczny i Zakład Geofizyki Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w dniach 15-16.03.2001 w Dębem k. Warszawy (Lasocki i Mirek 2001), powstał na bazie wcześniejszych doświadczeń przy tworzeniu aparatów sejsmometrycznych i komputerowych systemów przetwarzania danych sejsmometrycznych w Zakładzie Geofizyki AGH (Borzemski i in. 1991; Lasocki i in. 1996; Szybiński i in. 1998a,

1998b). Będąc systemem rozległym, zrealizowanym w technologii Internetu, pozwala na praktycznie dowolne przestrzenne rozmieszczenie układu stacje pomiarowe – serwer zarządzający – użytkownicy. Jego struktura gwarantuje możliwość szybkiego i wygodnego dostępu do rejestracji, a jednocześnie praktycznie eliminuje konieczność interwencji ludzkiej w swą pracę.

System SEJS-NET złożony jest z dwóch modułów: Centralnej Bazy Pomiarowej i Modułu Pomiarowego. Moduł Pomiarowy to dowolna liczba Stacji Pomiarowych rozmieszczonych w dowolnych miejscach. Centralna Baza organizuje i nadzoruje pracę Stacji Pomiarowych, organizuje transmisję danych ze Stacji Pomiarowych, prowadzi archiwum rejestracji i udostępnia rejestracje upoważnionym użytkownikom.

System SEJS-NET nie wprowadza żadnych ograniczeń co do ilości Stacji Pomiarowych obsługiwanych przez jedną Centralną Bazę Pomiarową. Integrację rejestracji pochodzących z obcych, niesystemowych stacji pomiarowych zapewnia możliwość importu rejestracji zapisanych w formacie ASCII, formacie aparatury WORS oraz w formacie programu MARS.

2. Komponenty logiczne systemu

Nadrzędne miejsce w systemie pomiarowym SEJS-NET zajmuje Centralna Baza Pomiarowa. Pełni ona funkcje zarządzania dowolną liczbą Stacji Pomiarowych oraz archiwizacji i standardowej interpretacji danych pomiarowych.

Stacje Pomiarowe to w pełni autonomiczne jednostki, które są odpowiedzialne za akwizycję danych. Wyposażone w czujniki akcelerometryczne, przetwarzają zarejestrowane dane w zapis cyfrowy i przesyłają do Centralnej Bazy Pomiarowej.

Pracujące w miejscach wyznaczonych do monitorowania, Stacje Pomiarowe przesyłają dane pomiarowe poprzez Internet lub Intranet. Jako medium transmisyjne może tutaj posłużyć przewodowa i bezprzewodowa sieć telefoniczna, a także wszelkiego rodzaju rozwiązania stosowane w technologii Internetu.

Użytkownik systemu SEJS-NET ma zdalny dostęp do wszystkich elementów systemu z dowolnego komputera przyłączonego do Internetu (lub Intranetu) wyposażonego w dowolną przeglądarkę WWW. Dostęp do systemu jest chroniony za pomocą hasła i może być ograniczony dla różnych użytkowników.

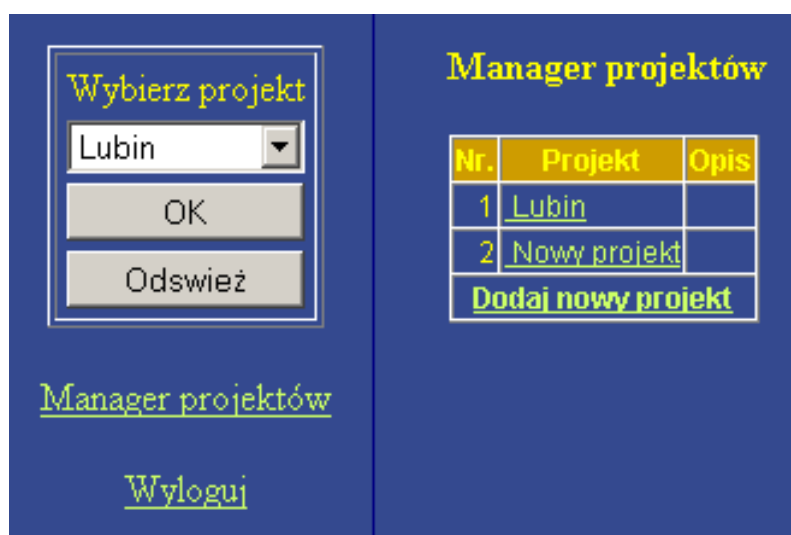
3. Centralna Baza Pomiarowa jako wielozadaniowy system zarządzania Stacjami Pomiarowymi oraz archiwizacji i standardowej interpretacji rejestracji sejsmometrycznych

Centralna Baza Pomiarowa pełni rolę administracyjną i archiwizacyjną w systemie. Ma ona możliwość komunikowania się ze Stacjami Pomiarowymi i zarządzania ich parametrami takimi jak częstotliwość próbkowania sygnału, atrybuty wykrywania sygnału, itp.

Dane dostarczane do Centralnej Bazy Pomiarowej są archiwizowane w relacyjnej bazie danych. Takie rozwiązanie stwarza możliwość bardzo elastycznego zarządzania zgromadzonymi danymi pomiarowymi. Stwarza też nieograniczone możliwości rozbudowy funkcji Centralnej Bazy Pomiarowej o elementy z nią zintegrowane, jak i budowę aplikacji interpretacyjnych łączących się zdalnie z bazą danych.

Centralna Baza Pomiarowa ma możliwość podziału Modułu Pomiarowego systemu SEJS-NET na Projekty składające się z wyodrębnionych zespołów Stacji Pomiarowych. Dzięki temu Centralna Stacja Pomiarowa może bezkolizyjnie obsługiwać kilka sieci pomiarowych należących na przykład do różnych użytkowników. Projektami zarządza Manager Projektów

(rys. 3.1). Do każdego Projektu przypisana jest Baza Stanowisk, w której zapisane są dane na temat stanowisk pomiarowych wchodzących w skład Projektu oraz o zainstalowanych na tych stanowiskach Stacjach Pomiarowych (rys. 3.2). Z każdym Projektem związana jest jego własna, rozbudowywana w miarę napływu pomiarów Baza Rejestracji (rys. 3.3).



Rys. 3.1 Manager Projektów służy do zarządzania odrębnymi częściami bazy danych nazwanymi Projektami. Projekty w rzeczywistości odwzorowują odrębne fizycznie sieci pomiarowe
 Fig. 3.1 Project Manager is used to create and manage separated parts of the database called Projects. The Projects in fact represent separate networks controlled by the same Measurement Central Base

Baza stanowisk						
Nr.	Nazwa	Lokalizacja	X	Y	Z	
1	Grębocice-Q7		0	0	0	
2	Lubin R12		0	0	0	
3	Lubin R17		0	0	0	
4	Przed Szkole		0	0	0	
5	DX 3		0	0	0	
6	Lubin-R11		0	0	0	
Dodaj nowy						

Rys. 3.2 Baza stanowisk jest przypisana do Projektu. Tutaj zapisane są dane o stanowiskach pomiarowych wchodzących w skład Projektu oraz Stacji Pomiarowych zainstalowanych na tych stanowiskach
 Fig. 3.2 Base of stands is linked to a Project. Here the data on measurement stands that comprise the Project, and on Recording Stations that are installed at these stands are stored

Baza rejestracji

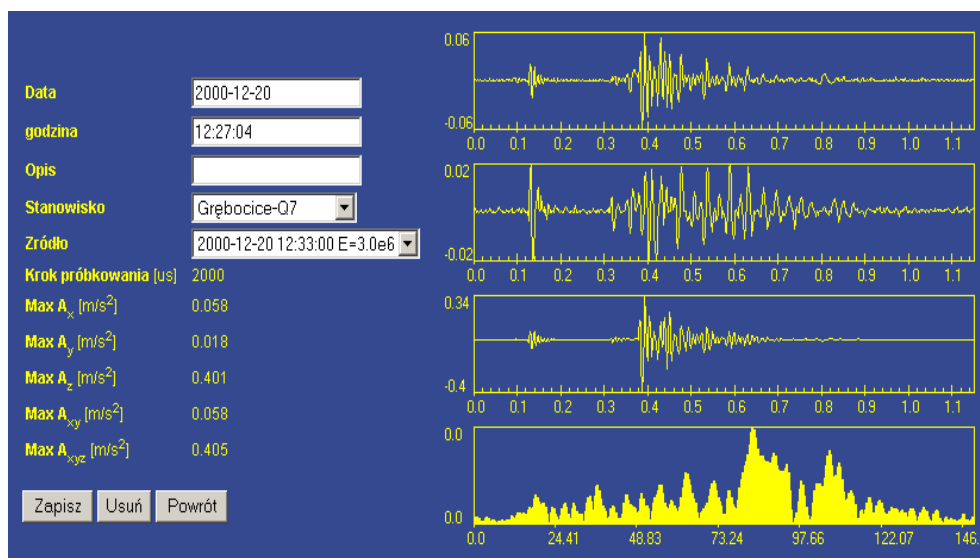
Nr.		Data pomiaru	Stanowisko	Energia [J]	MaxXY [m/s ²]	MaxXYZ [m/s ²]
Szukaj		Od: <input type="text"/>	Grębocice-Q7	E> <input type="text"/>	A> <input type="text"/>	A> 0.3
Reset		Do: 2000-12-23	<input type="text"/>	E< <input type="text"/>	A< <input type="text"/>	A< 0.9
1	<input type="checkbox"/>	2000-12-20 12:27:04	Grębocice-Q7		0.058	0.405
2	<input type="checkbox"/>	2000-01-21 10:43:20	Grębocice-Q7		0.348	0.540
3	<input type="checkbox"/>	2000-01-21 10:43:22	Grębocice-Q7		0.436	0.445
4	<input type="checkbox"/>	2000-01-21 10:43:24	Grębocice-Q7		0.335	0.743
5	<input type="checkbox"/>	2000-01-21 10:43:42	Grębocice-Q7		0.553	0.558
6	<input type="checkbox"/>	2000-03-14 14:03:45	Grębocice-Q7		0.146	0.514
7	<input type="checkbox"/>	2000-04-19 08:59:15	Grębocice-Q7		0.461	0.649
8	<input type="checkbox"/>	2000-04-19 08:59:18	Grębocice-Q7		0.183	0.329
9	<input type="checkbox"/>	2000-04-19 08:59:25	Grębocice-Q7		0.620	0.867
10	<input type="checkbox"/>	2000-04-19 08:59:37	Grębocice-Q7		0.226	0.612

Rys. 3.3 Baza rejestracji jest wyposażona w narzędzia do łatwego sortowania i przeglądania zasobów archiwum rejestracji sejsmometrycznych

Fig. 3.3 Base of recordings is equipped with tools for easy sorting, viewing and editing of stored seismic signals

Oprócz niezbędnych dla integralności systemu funkcji zarządzania Stacjami Pomiarowymi i archiwizacji pomierzonych danych Centralna Baza Pomiarowa wyposażona została także w algorytmy realizujące standardową interpretację zarejestrowanych danych. W wyniku ich działania dla każdej rejestracji wyznaczana jest amplituda maksymalna poszczególnych składowych, maksymalna amplituda składowej poziomej z całego zakresu częstotliwości i z zakresu ograniczonego do 10 Hz, maksymalna amplituda wypadkowej całkowitej, wartości maksymalnych amplitud w pasmach 1/3 oktaawowych, częstotliwość dominująca (rys. 3.4).

Aby ułatwić selekcję tych z zarejestrowanych sygnałów, których źródłem były wstrząsy górnicze Centralna Baza Pomiarowa posiada wbudowany katalog wstrząsów (rys. 3.5). Katalog zawiera czasy wystąpienia, lokalizacje źródeł i energie źródłowe wstrząsów. Wybrane pozycje katalogu wstrząsów mogą zostać przypisane rejestracjom sejsmometrycznym. Katalog można rozszerzać dopisując informacje o dalszych źródłach. W przyszłości przewiduje się automatyczne rozbudowywanie katalogu wstrząsów poprzez kopiowanie odpowiednich fragmentów sejsmologicznych katalogów kopalnianych, automatycznie pobieranych przez system SEJS-NET on-line lub przesyłanych do systemu off-line. Rozwiązanie to, technicznie możliwe już obecnie, muszą jednak poprzedzać decyzje trwale udostępniające katalogi kopalniane.



Rys. 3.4 Typowy wygląd rejestracji, jej parametry i widmo sygnału
Fig. 3.4 Typical recorded signal, its parameters and spectrum

Dostęp do Centralnej Bazy Pomiarowej jest zrealizowany poprzez typową przeglądarkę WWW. Autoryzacja dostępu na poziomie użytkownika pozwala ograniczyć grono uprawnionych do korzystania z bazy osób. Podłączenie się do Centralnej Bazy Pomiarowej nie wymaga więc żadnego specjalnie instalowanego oprogramowania na komputerze użytkownika i może się odbywać z dowolnego komputera na świecie podłączonego do Internetu lub Intranetu jeśli Centralna Baza Pomiarowa działa w systemie zamkniętym.

Baza wstrząsów

Nr.	Data	Energia [J]	X	Y	Z
1	2001-12-12 12:12:00	5.0e1	61	71	81
2	2000-02-15 20:44:04	3.0e7	1234	2345	435
3	2000-12-20 12:33:00	3.0e6	2345	345	2345
4	2000-05-20 09:35:00	4.0e3	12342	12341	0
5	2001-03-15 13:10:00	4.0e7	0	0	0

[Dodaj nowy](#)

Rys. 3.5 Baza wstrząsów przechowuje informacje o lokalizacji i energii źródeł drgań jakie zidentyfikowano na danym terenie. Baza wstrząsów jest wspólna dla całego systemu
Fig. 3.5 Seismic catalog consists of information on location and energy of vibration sources that have been identified in a region. The system has one common seismic catalog

Jeśli Centralna Baza Pomiarowa jest podłączona do Internetu, archiwum rejestracji seismometrycznych jest także udostępniane w technologii WAP w przeglądarkach wbudowanych w telefony komórkowe.

Centralna Baza Pomiarowa wyposażona jest w elastyczne narzędzia umożliwiające przeszukiwanie archiwum rejestracji seismometrycznych i selekcję rejestracji spełniających wybrane kryteria nałożone na ich parametry (np. na amplitudę sygnału, stanowisko pomiarowe, energię wstrząsu, czas rejestracji itp.). Funkcje te ułatwiają dokonywanie globalnych i szczegółowych ocen materiału pomiarowego.

Wyselekcjonowane przez użytkownika pomiary z archiwum rejestracji seismometrycznych mogą być w każdej chwili eksportowane w formacie ASCII z Centralnej Bazy Pomiarowej do komputera użytkownika. Stwarza to możliwość przetwarzania zarejestrowanych w systemie sygnałów przy pomocy zewnętrznych programów interpretacyjnych.

Funkcja importu danych umożliwia natomiast wprowadzanie do archiwum systemu SEJS-NET rejestracji nie pochodzących z modułu pomiarowego systemu. Akceptowane formaty danych to ASCII, WORS i MARS.

4. Stacja Pomiarowa

Tor pomiarowy Stacji Pomiarowej systemu SEJS-NET składa się z trójskładowego akcelerometru i karty pomiarowej. Parametry przykładowej realizacji toru pomiarowego to:

- Akcelerometr: Czułość: 1000 mV/g
 Rozdzielczość: 0.00005 g
 Zakres pomiarowy: $\pm 5g$
 Temperatura pracy: $-29 \div +76 \text{ }^\circ\text{C}$
 Zakres częstotliwości: $0.3 \div 5000 \text{ Hz}$
- Karta pomiarowa: Ilość kanałów pomiarowych: 16
 Przetwornik A/D: 12-bit
 Częstotliwość próbkowania: do 100 kHz
 Zakresy pomiarowe: $\pm 0.005, \pm 0.01, \pm 0.05, \pm 0.1, \pm 0.5, \pm 1, \pm 5 \text{ V}$

Transmisja danych realizowana jest poprzez Internet. W tym celu każda Stacja Pomiarowa wyposażona jest standardowo w kartę sieciową i modem telefoniczny. Stacja Pomiarowa może zostać jednak dostosowana do każdego medium telekomunikacyjnego. Gotowe są rozwiązania realizacji łączności poprzez modemy radiowe, linie dzierżawione, ISDN, telefonię komórkową itd.

5. Zabezpieczenia

Zarówno Centralna Baza Pomiarowa jak i Stacja Pomiarowa mają zaimplementowany w systemie szereg zabezpieczeń. Podstawowym zabezpieczeniem jest ochrona przeciw zanikowi zasilania z sieci 220V. W tym celu w obu urządzeniach zainstalowany jest zasilacz UPS podtrzymujący pracę aparatury w razie zaniku zasilania zewnętrznego. Istnieje też możliwość przesyłania wiadomości SMS na telefon komórkowy operatora o zaistniałej awarii.

Przesyłając dane przez Internet do przeglądarki WWW użytkownika system korzysta z protokołu HTTPS, który cechuje wysoki stopień zabezpieczenia przesyłanych informacji i jest powszechnie stosowany w Internecie.

Cały proces akwizycji i archiwizacji danych jest śledzony i zapisywany w dziennikach pracy urządzeń. To samo dotyczy pracy pozostałych elementów systemu takich jak moduł transmisji danych, zdalne połączenia użytkowników z Centralną Bazą Pomiarową i Stacjami Pomi-

rowymi itd. Cała aktywność urządzeń, która jest rejestrowana w dziennikach, może posłużyć do wykrywania ewentualnych awarii, nieuprawnionych połączeń oraz ciągłego monitorowania pracy urządzeń.

Dodatkową cechą systemu jest buforowanie zarejestrowanych danych na każdym etapie przesyłania pomiarów. Stacja Pomiarowa może przechowywać wysłane już dane do Centralnej Bazy Pomiarowej przez określony przedział czasu (np. 1 miesiąc). To samo dotyczy danych odebranych przez Bazę, ale jeszcze nie zapisanych w relacyjnej bazie danych. Takie podejście praktycznie eliminuje możliwość utraty rejestracji z przyczyn technicznych, a nawet z winy użytkownika.

6. Podsumowanie

System SEJS-NET jest zrealizowanym rozległym systemem monitoringu drgań sejsmicznych wsparty technologią Internetu. Podstawowe jego cechy to:

- wysoka jakość rejestracji oraz duża pojemność Stacji Pomiarowych pozwalająca na znaczne wydłużenie okresów ich pracy autonomicznej,
- zdalne i automatyczne sterowanie siecią dowolnej liczby Stacji Pomiarowych oraz automatyczne przesyłanie rejestracji do Centralnej Bazy Pomiarowej,
- możliwość jednoczesnej i bezkolizyjnej obsługi kilku sieci pomiarowych oraz możliwość dowolnego rozbudowywania sieci,
- pełna ochrona rejestracji przy niezależnie od wzajemnej lokalizacji układu Stacje Pomiarowe-Centralna Baza Pomiarowa-użytkownik łatwym dostępem do bazy danych wykorzystującym powszechne standardy Internetu,
- elastyczne funkcje wizualizacji, edycji i selekcji,
- natychmiastowa informacja na temat podstawowych parametrów zarejestrowanych sygnałów,
- łatwa możliwość eksportu rejestracji.

Dzięki tym cechom system SEJS-NET praktycznie bezobsługowo spełnia standardowe funkcje sieciowego monitoringu drgań sejsmicznych, a jednocześnie tworzy prostą i elastyczną podstawę dla zaawansowanego, zarówno rutynowego jak i badawczego, przetwarzania zebranych danych.

Praca została przygotowana w ramach prac własnych Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH, um. 10.10.140.348, finansowanych przez Komitet Badań Naukowych.

Literatura

- [1] Borzemski P., Marchewka A., Matuszyk J., Szybiński M. 1991: Komputerowy system przetwarzania danych sejsmometrycznych. Materiały III Krajowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Zastosowanie Metod Geofizycznych w Górnictwie Kopalni Stałych”, Jaworze 1991, t. 2, 15-28.
- [2] Cianciara B., Isakow Z. 1997: System zdalnego monitorowania zagrożenia powierzchni wstrząsami wywołanymi eksploatacją górnictwem. *Mechanizacja i Automatyza Górnictwa* nr 12(328), 35-39.
- [3] Lasocki S., Matuszyk J., Szybiński M. 1996: Instalacja trzech trójskładowych powierzchniowych stacji sejsmometrycznych oraz opracowanie metodyki interpretacji pomiarów sejsmometrycznych dla oceny wpływu drgań wywołanych eksploatacją podziemną na obiekty powierzchniowe znaj-

- dujące się na terenie ZG „Sieroszowice”. Spraw. niepublik. dla KGHM Polska Miedź SA, ZG Polkowice-Sieroszowice.
- [4] Lasocki S., Mirek J. 2001: SEJS-NET: rozległy system rejestracji drgań sejsmicznych zrealizowany w technologii Internetu. Streszczenia Referatów Konferencji „Geofizyka w inżynierii i ochronie środowiska dla potrzeb samorządności lokalnej”, J. Jarzyna, red., Kraków 2001, 34-36.
- [5] Mirek J., 2000: Rozproszony system pomiarowo-interpretacyjny drgań gruntu wzbudzanych wstrząsami górniczymi – projekt. Materiały Sympozjum “Warsztaty 2000 Zagrożenia naturalne w górnictwie” E. Pliecka, red., Kraków 2000, 319-324.
- [6] Szybiński M., Matuszyk J., Lasocki S., Mirek J. 1998a: Minimalizacja negatywnych skutków oddziaływania drgań powstających w trakcie poszukiwawczych prac sejsmicznych. Spraw. niepubl. z wykonanie projektu celowego nr 9 9423 95 C/2181. Archiwum Zakładu Geofizyki, Kraków Sp. z o.o.
- [7] Szybiński M., Matuszyk J., Lasocki S., Mirek J. 1998b: System oceny i prognozy szkodliwości drgań wywołanych sejsmicznymi pracami poszukiwawczymi. Seminarium nt „Badania naukowe o walorach komercyjnych” Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków 1998.

SEJS-NET: ready-for-use wide area network system for ground vibration monitoring

The work presents a ready-for-use system for network monitoring of ground vibrations, based on Internet technology. The system, making use of present feasibilities of telecommunication, conducts automatically and practically maintenancelessly recording of seismic vibrations at any number of measurement points. The access through a WWW utility to a recording database, equipped with handy and flexible functions for visualising, selecting and editing, and maintained in the Measurement Central Base – the system’s server, is independent of mutual locations of Recording Stations, the Central Base and a user’s computer. Thanks to implemented solutions, SEJS-NET system, supporting routine processing of collected data, builds at the same time a simple and flexible ground for advanced processing.

Przekazano: 29 marca 2001